

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Oktober 2005 (13.10.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/095777 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F02D 41/02**,  
41/14

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050492

(22) Internationales Anmeldedatum:  
4. Februar 2005 (04.02.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 015 836.3 31. März 2004 (31.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RÖSEL, Gerd**  
[DE/DE]; An der Oberen Au 21, 93055 Regensburg  
(DE). **ZHANG, Hong** [DE/DE]; Spitzweg Str. 16, 93105  
Tegernheim (DE).

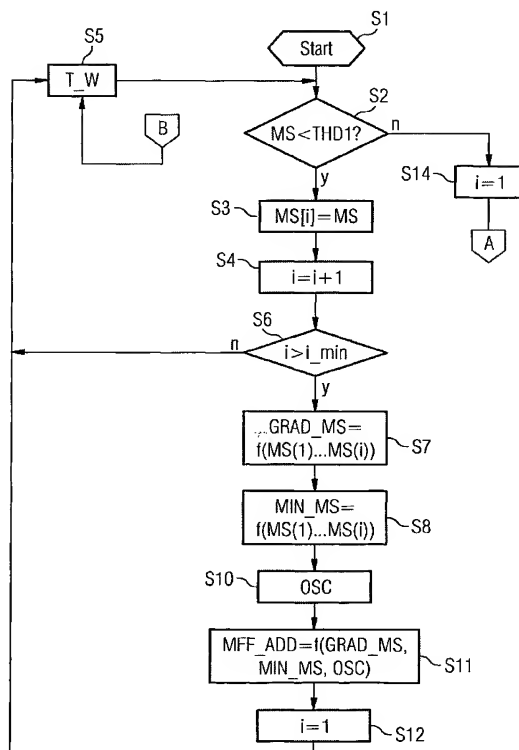
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM STEuern EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: In order to control an internal combustion engine, a fuel mass that is to be supplied to the respective cylinder is determined according to a load variable. An additional fuel mass (MFF\_ADD) to be measured once is determined, when the measuring signal (MS) of an oxygen probe arranged downstream from a three-way catalytic converter is characteristic of at least one pre-determined residual oxygen part, according to the course of the measuring signal (MS). A once reduced fuel mass (MFF\_RED) is determined, when the measuring signal (MS) is characteristic of at least one pre-determined residual fuel part, according to the course of the measuring signal (MS). A corrected fuel mass to be measured is determined according to the fuel mass to be supplied and optionally less the once reduced fuel mass (MFF\_RED) or the fuel mass (MFF\_ADD) to be measured once. An actuating signal for controlling the injection valve is generated according to the corrected fuel mass to be supplied.

(57) Zusammenfassung: Zum Steuern einer Brennkraftmaschine wird eine zuzuführende Kraftstoffmasse ermittelt, die dem jeweiligen Zylinder zugeführt werden soll abhängig von einer Lastgröße. Eine einmalig zuzumessende Zusatzkraftstoffmasse (MFF\_ADD) wird ermittelt, wenn das Messsignal (MS) einer Nachkat-Sauerstoffsonde, die stromabwärts eines Dreiwege-Katalysators angeordnet ist, charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restsauerstoffanteil, und zwar abhängig von dem Verlauf des Messsignals (MS). Eine einmalig verringerte Kraftstoffmasse (MFF\_RED) wird ermittelt, wenn das Messsignal (MS) charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restkraftstoffanteil, und zwar abhängig von dem Verlauf des Messsignals (MS). Eine korrigierte zuzumessende Kraftstoffmasse wird ermittelt abhängig von der zuzuführenden Kraftstoffmasse und gegebenenfalls abzüglich der einmalig verringerten Kraftstoffmasse (MFF\_RED) bzw.

der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse (MFF\_ADD). Ein Stellsignal zum Steuern des Einspritzventils wird erzeugt abhängig von der korrigierten zuzuführenden Kraftstoffmasse.

WO 2005/095777 A1



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,  
ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,  
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Beschreibung

### Verfahren und Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Ansaugtrakt und einem Abgastrakt, der einen Dreiwege-Katalysator umfasst, und mit mindestens einem Zylinder, der mit dem Ansaugtrakt abhängig von der Stellung eines Gaseinlassventils kommuniziert und der mit dem Abgastrakt abhängig von der Stellung eines Gasauslassventils kommuniziert. Ferner ist dem mindestens einen Zylinder ein Einspritzventil zugeordnet, das Kraftstoff zumisst. Eine Sauerstoffsonde ist stromabwärts des Dreiwege-Katalysators in dem Abgastrakt angeordnet.

Immer strengere gesetzliche Vorschriften machen es bei Brennkraftmaschinen zum einen erforderlich, die Rohemissionen, hervorgerufen durch die Verbrennung des Luft/Kraftstoff-Gemisches in dem jeweiligen Zylinder, so stark wie möglich zu senken. Zum anderen sind in Brennkraftmaschinen Abgasnachbehandlungssysteme im Einsatz, die Schadstoffemissionen, die während des Verbrennungsprozesses des Luft/Kraftstoff-Gemisches in dem Zylinder erzeugt werden, in unschädliche Stoffe umwandeln. Insbesondere bei Ottomotoren wird hierzu ein Dreiwege-Katalysator eingesetzt, der sich in dem Abgastrakt der Brennkraftmaschine befindet. Ein hoher Wirkungsgrad bei der Umwandlung der Schadstoffkomponenten Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und Stickoxide ist nur in einem engen Fenster zwischen dem stöchiometrischen Luft/Kraftstoff-Verhältnis und in etwa 6 Promille in Richtung eines Kraftstoffüberschusses gewährleistet. Zum Ausgleichen von tatsächlichen Schwankungen des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses in dem jeweiligen Zylinder

sind Dreiwege-Katalysatoren mit einer Schicht aus einem Material beschichtet, welches kurzzeitig Sauerstoff speichern kann und diesen nach Bedarf bindet oder abgibt. Eine derartige Schicht wird auch als Washcoat bezeichnet und besteht beispielsweise aus  $\text{Ce}_2\text{O}_3$  (Di-Cerium-tri-Oxid). Durch diese Washcoat-Schicht werden so Schwankungen des Luft/Kraftstoff-Gemisches und des entsprechenden Abgases in dem Katalysator kompensiert, solange die Washcoat-Schicht noch nicht ihre maximale Menge an Sauerstoff gebunden hat oder im anderen Fall kein Sauerstoff mehr in der Washcoat-Schicht gebunden ist. Werden diese Grenzen jedoch überschritten, so sinkt der Wirkungsgrad des Dreiwege-Katalysators sehr stark ab und es kommt zu erhöhten Schadstoffemissionen der Brennkraftmaschine.

Es ist bekannt, mittels des Messsignals einer Sauerstoffsonde, die stromabwärts des Dreiwege-Katalysators angeordnet ist, im Falle einer Lambdaregelung mit einer Sauerstoffsonde, die stromaufwärts des Dreiwege-Katalysators angeordnet ist, und ein binäres Messsignal erzeugt, einen P- oder I-Anteil der Regelungsparameter oder eine Verzögerungszeit des Lambda-reglers entsprechend abhängig von dem Messsignal der Sauerstoffsonde stromabwärts des Dreiwege-Katalysators anzupassen. Dies wird auch als Trimm-Regelung bezeichnet. Es hat sich jedoch gezeigt, dass trotz dieser Maßnahme, insbesondere bei alternden Dreiwege-Katalysatoren weiterhin unerwünscht hohe Schadstoffemissionen der Brennkraftmaschine auftreten können.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine zu schaffen, die über eine lange Betriebsdauer der Brennkraftmaschine auf einfache Weise geringe Schadstoffemissionen gewährleisten.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung zeichnet sich bezüglich eines ersten Aspekts aus durch ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine, bei dem eine zuzuführende Kraftstoffmasse ermittelt wird, die dem jeweiligen Zylinder zugeführt werden soll, abhängig von einer Lastgröße. Die Lastgröße kann beispielsweise ein in den jeweiligen Zylinder strömender Luftmassenstrom sein, sie kann jedoch genauso gut eine beliebige andere Lastgröße sein, wie z.B. ein von der Brennkraftmaschine zu erzeugendes Drehmoment, das beispielsweise unter anderem abhängig von der Stellung eines Fahrpedals ermittelt wird.

Eine einmalig zuzumessende Zusatzkraftstoffmasse wird ermittelt, wenn das Messsignal einer Nachkat-Sauerstoffsonde, die stromabwärts eines Dreiwege-Katalysators in einem Abgastrakt der Brennkraftmaschine angeordnet ist, charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restsauerstoffanteil. Die Zusatzkraftstoffmasse wird in diesem Fall abhängig von dem Verlauf des Messsignals der Nachkat-Sauerstoffsonde ermittelt. Eine korrigierte zuzuführende Kraftstoffmasse wird ermittelt abhängig von der zuzuführenden Kraftstoffmasse und gegebenenfalls der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse. Ein Stellsignal zum Steuern des Einspritzventils wird erzeugt abhängig von der korrigierten zuzuführenden Kraftstoffmasse. Die einmalige zuzumessende Kraftstoffmasse kann entweder innerhalb eines Arbeitsspiels eines Zylinders zugemessen werden, sie kann jedoch auch aufgeteilt auf mehrere Arbeitsspiele des Zylinders zugemessen werden. Die Erfindung nutzt die Erkenntnis, dass dann wenn das Messsignal der Nachkat-

Sauerstoffsonde charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restsauerstoffanteil der Dreiwege-Katalysator im wesentlichen keinen zusätzlichen Sauerstoff mehr speichern kann und so ein Betrieb der Brennkraftmaschine in diesem Zustand auch bei gegebenenfalls einem Vorhandensein einer bekannten Trimm-Regelung sehr häufig immer wieder ein sogenanntes Durchbrechen des Messsignals der Nachkat-Sauerstoffsonde mit damit verbundenen Schadstoffemissionen, insbesondere NOX-Emissionen der Brennkraftmaschine auftritt.

Durch das Zumessen der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse wird der Dreiwege-Katalysator in einen Zustand gebracht, in dem dann eine entsprechend vorgebbare Reserve zum Aufnehmen oder Speichern von Sauerstoff vorhanden ist und somit entsprechende Schwankungen des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses in Zylindern sehr gut durch den Dreiwege-Katalysator ausgeglichen werden können und schnell eine deutliche Verringerung von Schadstoffemissionen gewährleistet ist.

Besonders einfach kann in diesem Zusammenhang die einmalige zuzumessende Kraftstoffmasse ermittelt werden, wenn das Messsignal der Nachkat-Sauerstoffsonde einen vorgegebenen ersten Schwellenwert unterschreitet. Der vorgegebene erste Schwellenwert ist dabei geeignet vorgegeben.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse derart vorgegeben, dass in etwa 50 % des in dem Dreiwege-Katalysator speicherbaren Sauerstoffs nach dem Zumessen der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse verbleibt. Auf diese Weise ist nach dem Zumessen der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse eine maximale Schwankungsbreite des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses in

dem jeweiligen Zylinder möglich ohne einen Anstieg der Schadstoffemissionen stromabwärts des Dreiwege-Katalysators.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse von einem Schätzwert der aktuellen Sauerstoff-Speicherkapazität mittels eines physikalischen Modells des Dreiwege-Katalysators ermittelt. Auf diese Weise kann der nach dem Zumessen der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse verbleibende gespeicherte Sauerstoff in dem Dreiwege-Katalysator sehr präzise eingestellt werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse abhängig von einem Gradienten des Messsignals der Nachkat-Sauerstoffsonde ermittelt. Der Gradient ist ein sehr guter Indikator für den Zustand des Dreiwege-Katalysators und somit, ob es sich um einen leichten oder starken Sauerstoffüberlauf handelt. Auf diese Weise kann der nach dem Zumessen der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse verbleibende gespeicherte Sauerstoff in dem Dreiwege-Katalysator sehr präzise eingestellt werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse abhängig von einem minimalen Messwert des Messsignals ermittelt, während das Messsignal der Nachkat-Sauerstoffsonde charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restsauerstoffanteil. Der minimale Messwert ist ein sehr guter Indikator für den Zustand des Dreiwege-Katalysators und somit, ob es sich um einen leichten oder starken Sauerstoffüberlauf handelt. Auf diese Weise kann der nach dem Zumessen der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse verbleibende gespeicherte Sauer-

stoff in dem Dreiwege-Katalysator sehr präzise eingestellt werden.

Gemäß eines zweiten Aspekts zeichnet sich die Erfindung aus durch ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung, bei dem/der eine zuzuführende Kraftstoffmasse in den Zylinder abhängig von einer von der Lastgröße ermittelt wird, und eine einmalig verringerte Kraftstoffmasse ermittelt wird, wenn das Messsignal der Nachkat-Sauerstoffsonde charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restkraftstoffanteil und zwar abhängig von dem Verlauf des Messsignals.

Eine korrigierte zuzuführende Kraftstoffmasse wird ermittelt abhängig von der zuzuführenden Kraftstoffmasse gegebenenfalls abzüglich der einmalig verringerten Kraftstoffmasse. Ein Stellsignal zum Steuern des Einspritzventils wird erzeugt abhängig von der korrigierten zuzuführenden Kraftstoffmasse. Dabei wird die Erkenntnis genutzt, dass dann wenn das Messsignal der Nachkat-Sauerstoffsonde charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restkraftstoffanteil der Dreiwege-Katalysator im wesentlichen keinen Sauerstoff mehr gespeichert hat und so ein Betrieb der Brennkraftmaschine in diesem Zustand auch bei gegebenemfalls einem Vorhandensein einer bekannten Trimm-Regelung sehr häufig immer wieder ein sogenanntes Durchbrechen des Messsignals der Nachkat-Sauerstoffsonde mit damit verbundenen Schadstoffemissionen, insbesondere CO und HC-Emissionen der Brennkraftmaschine auftritt.

Durch die einmalig verringerte Kraftstoffmasse kann bei geeigneter Wahl dieser ein entsprechender, bezogen auf das stöchiometrische Luft/Kraftstoff-Verhältnis, Sauerstoffüber-



schuss erzeugt werden, der dann zu einer entsprechenden Einlagerung von Sauerstoff in dem Dreiwege-Katalysator führt. Anschließend ist in dem Dreiwege-Katalysator dann eine entsprechend vorgebbare Reserve zum Aufnehmen oder Speichern von Sauerstoff vorhanden. Somit können entsprechende Schwankungen des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses in Zylindern sehr gut durch den Dreiwege-Katalysator ausgeglichen werden und es ist schnell eine deutliche Verringerung von Schadstoffemissionen gewährleistet.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des zweiten Aspekts der Erfindung wird die einmalig verringerte Kraftstoffmasse ermittelt, wenn das Messsignal der Nachkat-Sauerstoffsonde einen vorgegebenen zweiten Schwellenwert überschreitet. Dies ist besonders einfach.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung dieses Aspekts der Erfindung ist die einmalig verringerte Kraftstoffmasse derart vorgegeben, dass in etwa 50 % des in dem Dreiwege-Katalysator speicherbaren Sauerstoffs gespeichert ist, nachdem Kraftstoffmasse entsprechend um die verringerte Kraftstoffmasse verringert zugemessen wurde.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des zweiten Aspekts der Erfindung wird der Schätzwert der aktuellen Sauerstoff-Speicherkapazität des Dreiwege-Katalysators ermittelt.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des zweiten Aspekts der Erfindung wird die einmalig verringerte Kraftstoffmasse abhängig von dem Gradienten des Messsignals der Nachkat-Sauerstoffsonde ermittelt.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des zweiten Aspekts der Erfindung wird die einmalig verringerte Kraftstoffmasse abhängig von einem maximalen Wert des Messsignals ermittelt während das Messsignal der Nachkat-Sauerstoffsonde charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restkraftstoffanteil.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Brennkraftmaschine mit einer Steuereinrichtung,

Figur 2 ein Blockschaltbild der Steuereinrichtung,

Figur 3 ein Ablaufdiagramm eines ersten Teils eines Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine, und

Figur 4 einen zweiten Teil des Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine.

Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Eine Brennkraftmaschine (Figur 1) umfasst einen Ansaugtrakt 1, einen Motorblock 2, einen Zylinderkopf 3 und einen Abgas-trakt 4. Der Ansaugtrakt 4 umfasst vorzugsweise eine Drosselklappe 6, ferner einen Sammler 7 und ein Saugrohr 8, das hin zu einem Zylinder Z1 über einen Einlasskanal in den Motorblock 2 geführt ist. Der Motorblock 2 umfasst ferner eine Kurbelwelle 10, welche über eine Pleuelstange 11 mit dem Kolben 12 des Zylinders Z1 gekoppelt ist.

Der Zylinderkopf 3 umfasst einen Ventiltrieb mit einem Gas-einlassventil 14, einem Gasauslassventil 15 und Ventilantriebe 16, 17. Der Zylinderkopf 3 umfasst ferner ein Einspritzventil 19 und eine Zündkerze 20. Alternativ kann das Einspritzventil 19 auch in dem Saugrohr 8 angeordnet sein.

Der Abgastrakt 4 umfasst einen Katalysator 22, der als Dreiwege-Katalysator ausgebildet ist.

Eine Steuereinrichtung 24 ist vorgesehen, der Sensoren zugeordnet sind, die verschiedene Messgrößen erfassen und jeweils den Messwert der Messgröße ermitteln. Die Steuereinrichtung 24 ermittelt abhängig von mindestens einer der Messgrößen Stellgrößen, die dann in ein oder mehrere Stellsignale zum Steuern der Stellglieder mittels entsprechender Stellantriebe umgesetzt werden.

Die Sensoren sind ein Pedalstellungsgeber 25, welcher eine Stellung eines Fahrpedals 26 erfasst, ein Luftmassenmesser 28, welcher einen Luftmassenstrom stromaufwärts der Drosselklappe 6 erfasst, ein Temperatursensor 32, welcher die Ansauglufttemperatur erfasst, ein Kurbelwellenwinkelsensor 34, welcher einen Kurbelwellenwinkel erfasst, dem dann eine Drehzahl N zugeordnet wird, eine Nachkat-Sauerstoffsonde 37, welche stromabwärts des Dreiwege-Katalysators 22 angeordnet ist und welche einen Restsauerstoffgehalt des Abgases stromabwärts des Dreiwege-Katalysators 22 erfasst. Abhängig von dem Restsauerstoffgehalt wird ein Messsignal MS, das bevorzugt ein Spannungssignal ist, an die Steuereinrichtung abgegeben. Ferner ist eine Vorkat-Sauerstoffsonde 36 vorgesehen, deren Messsignal charakteristisch ist für das Luft/Kraftstoff-Verhältnis in dem Zylinder Z1. Je nach Ausführungsform der Erfindung kann eine beliebige Untermenge der genannten Senso-

ren vorhanden sein oder es können auch zusätzliche Sensoren vorhanden sein.

Die Stellglieder sind beispielsweise die Drosselklappe 6, die Gaseinlass- und Gasauslassventile 14, 15, das Einspritzventil 19 oder die Zündkerze 20.

Neben dem Zylinder Z1 sind bevorzugt auch noch weitere Zylinder Z2 bis Z4 vorgesehen, denen dann auch entsprechende Stellglieder zugeordnet sind.

Ein Blockschaltbild der Steuereinrichtung 24, die auch als Vorrichtung zum Steuern der Brennkraftmaschine bezeichnet werden kann, ist anhand der Figur 2 dargestellt. In dem Blockschaltbild sind die im Zusammenhang mit der Erfindung relevanten Blöcke der Steuereinrichtung 24 dargestellt.

Ein gestrichelt dargestellter Block B1 entspricht der Brennkraftmaschine gemäß Figur 1. Aus dem Messsignal der Vorkat-Sauerstoffsonde 36 wird ein Ist-Luft/Kraftstoff-Verhältnis  $LAM_{AV}$  in dem Zylinder Z1 - Z4 abgeleitet und einem Block B2 zugeleitet. Die Vorkat-Sauerstoffsonde 36 ist bevorzugt als lineare Lambdasonde ausgebildet, sie kann jedoch auch als einfache binäre Lambdasonde ausgebildet sein, deren Messsignal einen Magerwert hat, wenn das Luft/Kraftstoff-Verhältnis in dem Zylinder Z1 - Z4 größer ist als ein stöchiometrisches Luft/Kraftstoff-Verhältnis und deren Messsignal einen Fettwert hat, wenn das Luft/Kraftstoff-Verhältnis in dem Zylinder Z1 - Z4 kleiner ist als das stöchiometrische Luft/Kraftstoff-Verhältnis. Dem Block B2 wird ferner ein Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis  $LAM_{SP}$ , das in dem Zylinder Z1 - Z4 eingestellt werden soll, zugeführt. Bevorzugt hat das Soll-Luft/Kraftstoff-Verhältnis  $LAM_{SP}$  annähernd den Wert des

stöchiometrischen Luft/Kraftstoff-Verhältnisses. Es kann jedoch auch, insbesondere im Falle einer linearen Lambdasonde mit einer Zwangsanregung versehen sein und so zyklisch um den Stöchiometriewert schwanken.

Die Differenz des Soll- und des Ist-Luft/Kraftstoff-Verhältnisses LAM\_SP, LAM\_AV wird einem Regler, der in dem Block B2 ausgebildet ist, zugeführt. Der Regler hat einen Integral-Regelparameter und einen Proportionalregelparameter und ist als ein dem Fachmann bekannter Lambdaregler ausgebildet. Die Stellgröße des Reglers in dem Block B2 ist ein Lambdaregelfaktor LAM\_FAC.

In einem Block B4 wird abhängig von einer Lastgröße, die bevorzugt eine Luftmasse MAF in dem jeweiligen Zylinder Z1 - Z4 der Brennkraftmaschine und eine Drehzahl N der Kurbelwelle sind, eine zuzumessende Kraftstoffmasse MFF ermittelt. Die Luftmasse MAF in dem jeweiligen Zylinder Z1 - Z4 wird bevorzugt mittels eines physikalischen Modells abhängig von der Drosselklappenstellung, die von dem Drosselklappenstellungssensor 30 ermittelt wird, der Drehzahl N und gegebenenfalls weiteren Größen wie beispielsweise dem Saugrohrdruck oder dem erfassten Luftmassenstrom stromaufwärts der Drosselklappe ermittelt.

Alternativ kann die Lastgröße jedoch auch eine andere Größe, wie beispielsweise ein von der Brennkraftmaschine abzugebendes Drehmoment sein, das bevorzugt abhängig von der Fahrpedalstellung und gegebenenfalls weiteren Größen ermittelt wird.

Ferner ist ein Block B8 vorgesehen, dem das Messsignal MS der Nachkat-Sauerstoffsonde 37 zugeführt wird. In dem Block B8

wird abhängig von dem Messsignal MS der Nachkat-Sauerstoffsonde 37 gegebenenfalls eine einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse MFF\_ADD oder eine einmalig verringerte Kraftstoffmasse MFF\_RED ermittelt. Dazu wird in dem Block B8 ein Programm abgearbeitet, das weiter unten anhand der Figuren 3 und 4 näher erläutert ist.

Eine korrigierte zuzumessende Kraftstoffmasse MFF\_COR wird in einem Block B5 mittels eine korrigierte zuzuführende Kraftstoffmasse MFF\_COR ermittelt durch Multiplikation des Lambda-regelfaktors LAM\_FAC mit der Summe oder der Differenz der zuzumessenden Kraftstoffmasse und der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse bzw. der einmalig verringerten Kraftstoffmasse MFF\_RED ermittelt. Alternativ kann in dem Block B5 auch das Produkt der zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF und des Lambda-regelfaktors LAM\_FAC addiert werden zu der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse bzw. der einmalig verringerten Kraftstoffmasse MFF\_RED.

34

In einem Block B6 wird dann abhängig von der korrigierten zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF\_COR ein Stellsignal SG für das oder die Einspritzventile 19 erzeugt und die Einspritzventile 19 entsprechend angesteuert.

Das Programm, das in dem Block B8 abgearbeitet wird, wird in einem Schritt S1, bevorzugt zeitnah zum Start der Brennkraftmaschine, gestartet. In dem Schritt S1 werden bevorzugt Variablen initialisiert, wie beispielsweise ein Zähler i oder ein weiterer Zähler j. Die Zähler i, j werden bevorzugt mit dem Wert 1 belegt.

In einem Schritt S2 wird geprüft, ob der aktuelle Wert des Messsignals MS kleiner ist als ein vorgegebener erster

Schwellenwert THD1. Der erste Schwellenwert THD1 ist geeignet so gewählt, dass er charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restsauerstoffanteil des Abgases im Bereich der Nachkat-Sauerstoffsonde 37. Als Nachkat-Sauerstoffsonde ist bevorzugt eine binäre Lambdasonde im Einsatz, deren Messsignal bevorzugt ein Spannungssignal ist. Der erste Schwellenwert beträgt dann beispielsweise in etwa 550 mV.

Ist die Bedingung des Schrittes S2 erfüllt, so wird der aktuelle Wert des Messsignals MS der Nachkat-Sauerstoffsonde 37 an einer durch den Wert des Zählers i bestimmten Speicherplatz für das Messsignal MS zwischengespeichert. Anschließend wird in einem Schritt S4 der Zähler i inkrementiert, bevorzugt um 1.

In einem Schritt S6 wird geprüft, ob der Zähler i einen Wert größer als ein minimaler Zählerwert  $i_{\min}$  des Zählers i hat. Der minimale Zählerwert  $i_{\min}$  kann beispielsweise zwei betragen. Ist die Bedingung des Schrittes S6 nicht erfüllt, so verharret das Programm in einem Schritt S5 für eine vorgegebene Wartezeitdauer  $T_W$ , bevor die Bedingung des Schrittes S2 erneut geprüft wird.

Ist die Bedingung des Schrittes S6 erfüllt, so wird in einem Schritt S7 ein Gradient GRAD\_MS des Messsignals MS der Nachkat-Sauerstoffsonde 37 abhängig von den zwischengespeicherten Werten des Messsignals MS ermittelt. Unter dem Gradienten GRAD\_MS wird in diesem Zusammenhang die zeitliche Änderung, d.h. die zeitliche Ableitung des Messsignals MS verstanden. Der Gradient GRAD\_MS kann auf unterschiedliche Weise ermittelt werden, so z.B. kann der Gradient den zeitlichen Abfall des Messsignals MS direkt nach Unterschreiten des ersten Schwellenwerts THD1 bezeichnen und somit charakteristisch

sein für die Geschwindigkeit, mit der sich das Messsignal MS verringert. Er kann jedoch auch entsprechend ermittelt werden, dass er charakteristisch ist für die Geschwindigkeit eines Anstiegs des Wertes des Messsignals hin zu dem ersten Schwellenwert THD1.

In einem anschließenden Schritt S8 wird ein minimaler Wert MIN\_MS des Messsignals MS der Nachkat-Sauerstoffsonde 37 abhängig von den zwischengespeicherten Werten des Messsignals MS der Nachkat-Sauerstoffsonde 37 ermittelt.

Anschließend wird in einem Schritt S10 bevorzugt ein Schätzwert OSC der aktuellen Sauerstoff-Speicherkapazität des Dreiwege-Katalysators 22 ermittelt. Alternativ kann der Schätzwert OSC der aktuellen Sauerstoff-Speicherkapazität des Dreiwege-Katalysators 22 auch von einem anderen Programm, das in der Steuereinrichtung 24 abgearbeitet wird, zu gegebenenfalls anderen Zeitpunkten ermittelt werden und in dem Schritt S10 lediglich eingelesen werden. Der Schätzwert OSC der Sauerstoff-Speicherkapazität des Dreiwege-Katalysators 22 wird bevorzugt mittels eines physikalischen Modells ermittelt. Gegebenenfalls erfolgt zu diesem Zweck, insbesondere im Falle einer linearen Lambdasonde als Vorkat-Sauerstoffsonde, eine Zwangsanregung mit einer erhöhten Amplitude, um so die aktuelle Sauerstoff-Speicherkapazität des Dreiwege-Katalysators 22 zu überprüfen und zu ermitteln.

In einem anschließenden Schritt S11 wird dann die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse MFF\_ADD abhängig von dem Gradienten GRAD\_MS des Messsignals MS der Nachkat-Sauerstoffsonde 37 und/oder dem minimalen Wert MIN\_MS des Messsignals MS der Nachkat-Sauerstoffsonde 37 und/oder dem Schätzwert OSC der aktuellen Sauerstoff-Speicherkapazität des



Dreiwege-Katalysators 22 ermittelt. Dies erfolgt bevorzugt wahlweise mittels eines oder mehrerer Kennfelder, die vorab durch Versuche oder auch Simulationen ermittelt wurden.

Bevorzugt wird so die zusätzlich zuzumessende Kraftstoffmasse MFF\_ADD derart ermittelt, dass nach dem Zumessen der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF\_ADD der in dem Dreiwege-Katalysator 22 gespeicherte Sauerstoff in etwa 50 % des maximal in dem Dreiwege-Katalysators 22 aktuell speicherbaren Sauerstoffs beträgt. In einer besonders einfachen Ausgestaltung des Programms kann die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse MFF\_AD auch fest vorgegeben sein.

In einem anschließenden Schritt S12 wird der Zähler i wieder mit dem Wert 1 initialisiert und anschließend die Bearbeitung in dem Schritt S5 fortgesetzt.

Ist die Bedingung des Schrittes S2 nicht erfüllt, d.h. der aktuelle Wert des Messsignals MS ist nicht kleiner als der vorgegebene erste Schwellenwert THD1, so wird in einem Schritt S14 der Zähler i wieder mit dem Wert 1 initialisiert.

Im Anschluss an den Schritt S14 wird die Bearbeitung in einem Schritt S15 fortgesetzt, in dem geprüft wird, ob das aktuelle Messsignal MS größer ist als ein vorgegebener zweiter Schwellenwert THD2. Der zweite Schwellenwert THD2 ist geeignet so vorgegeben, dass bei Überschreiten des Messsignals MS der Nachkat-Sauerstoffsonde 37 des zweiten Schwellenwertes THD2 das Messsignal MS charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restkraftstoffanteil des Abgases stromabwärts des Dreiwege-Katalysators 22.

Ist die Bedingung des Schrittes S15 nicht erfüllt, so wird in einem Schritt S22 der Zähler j initialisiert, bevorzugt mit

eins. Anschließend wird die Bearbeitung in dem Schritt S5 fortgesetzt.

Ist die Bedingung des Schrittes S15 erfüllt, so wird in einem Schritt S16 der aktuelle Wert des Messsignals MS der Nachkat-Sauerstoffsonde 37 in einem durch den Zähler j bestimmten Speicherplatz für das Messsignal MS zwischengespeichert. In einem Schritt S18 wird dann der Zähler j um den Wert inkrementiert, bevorzugt um den Wert 1.

In einem Schritt S20 wird geprüft, ob der Zähler j größer ist als ein minimaler Zählerwert j<sub>min</sub> für den Zähler j, der zum Beispiel zwei beträgt. Ist dies nicht der Fall, so wird die Bearbeitung in dem Schritt S5 fortgesetzt.

Ist die Bedingung des Schrittes S20 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S21 entsprechend dem Schritt S7 der Gradient GRAD\_MS des Messsignals MS ermittelt. Dabei kann es hier insbesondere vorteilhaft sein, die Geschwindigkeit des Anstiegs des Messsignals MS nach Überschreiten des zweiten Schwellenwerts THD2 zu ermitteln.

Anschließend wird in einem Schritt S23 der maximale Wert MAX\_MS des Messsignals MS der Nachkat-Sauerstoffsonde 37 entsprechend dem Vorgehen des Schrittes S8 ermittelt.

Anschließend wird in einem Schritt S24 ein Schätzwert OSC der aktuellen Sauerstoff-Speicherkapazität des Dreiwege-Katalysators 22 entsprechend dem Schritt S10 ermittelt. Anschließend wird in einem Schritt S26 eine einmalig verringerte Kraftstoffmasse MFF\_RED abhängig von dem Gradienten GRAD\_MS des Messsignals MS der Nachkat-Sauerstoffsonde 37 und/oder dem maximalen Wert MAX\_MS des Messsignals MS und/oder dem Schätz-

wert OSC der aktuellen Sauerstoff-Speicherkapazität des Dreiwege-Katalysators 22 ermittelt. Dies erfolgt analog zu dem Schritt S11 bevorzugt mittels eines oder mehrerer Kennfelder und zwar bevorzugt derart, dass durch das einmalige Reduzieren der zuzumessenden Kraftstoffmasse sich nach dem erfolgten einmaligen Reduzieren der zuzumessenden Kraftstoffmasse in dem Dreiwege-Katalysator in etwa 50 % des maximal dort speicherbaren Sauerstoffs befindet. Alternativ kann auch in dem Schritt S26 die einmalig verringerte Kraftstoffmenge MFF\_RED fest vorgegeben sein.

In einem Schritt S27 wird dann der Zähler j wieder mit dem Wert 1 initialisiert. Anschließend wird die Bearbeitung in dem Schritt S5 fortgesetzt.

Die einmalige zuzumessende Kraftstoffmasse MFF\_ADD kann entweder während eines Arbeitsspiels des jeweiligen Zylinders Z1 - Z4 zusätzlich zu der Kraftstoffmasse MFF zugemessen werden oder auch verteilt über mehrere Arbeitsspiele des Zylinders Z1 - Z4. Darüber hinaus kann alternativ in dem Block B5 auch lediglich die zuzumessende Kraftstoffmasse MFF mit dem Lambdaregelfaktor LAM\_FAC multipliziert werden und dann zu diesem Produkt gegebenenfalls die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse MFF addiert werden oder die einmalig zu verringernde Kraftstoffmasse MFF\_RED abgezogen werden. Auch kann die einmalig verringerte Kraftstoffmasse MFF\_RED innerhalb eines Arbeitsspiels des jeweiligen Zylinders Z1 - Z4 eingestellt werden oder über mehrere Arbeitsspiele. Sie kann darüber hinaus auch und dies gilt auch für die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse MFF\_AD, verteilt über mehrere Einspritzventile, die verschiedenen Zylinder Z1 - Z4 zugeordnet sind, zugemessen werden oder verringert werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Ansaugtrakt (1) und einem Abgastrakt (4), der einen Dreiwege-Katalysator (22) umfasst, und mit mindestens einem Zylinder (Z1 - Z4), der mit dem Ansaugtrakt (1) abhängig von der Stellung eines Gaseinlassventils (14) kommuniziert und der mit dem Abgastrakt (4) abhängig von der Stellung eines Gasauslassventils (15) kommuniziert und einen dem Zylinder (Z1 - Z4) zugeordneten Einspritzventil (19), das Kraftstoff zumisst, einer Nachkat-Sauerstoffsonde (37), die stromabwärts des Dreiwege-Katalysators (22) in dem Abgastrakt (4) angeordnet ist, bei dem
  - eine zuzuführende Kraftstoffmasse (MFF) ermittelt wird, die dem jeweiligen Zylinder (Z1 - Z4) zugeführt werden soll, abhängig von einer Lastgröße,
  - eine einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse (MFF\_ADD) ermittelt wird, wenn das Messsignal (MS) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37) charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restsauerstoffanteil, und zwar abhängig von dem Verlauf des Messsignals (MS) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37),
  - eine korrigierte zuzuführende Kraftstoffmasse (MFF\_COR) ermittelt wird abhängig von der zuzuführenden Kraftstoffmasse (MFF) und gegebenenfalls der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse (MFF\_ADD) und
  - ein Stellsignal zum Steuern des Einspritzventils (19) erzeugt wird abhängig von der korrigierten zuzuführenden Kraftstoffmasse (MFF\_COR).
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
bei dem die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse (MFF\_ADD) ermittelt wird, wenn das Messsignal (MS) der

Nachkat-Sauerstoffsonde (37) einen vorgegebenen ersten Schwellenwert (THD1) unterschreitet.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse (MFF\_ADD), derart vorgegeben ist, dass in etwa 50 % des in dem Dreiwege-Katalysator (22) speicherbaren Sauerstoffs nach dem Zumessen der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse (MFF\_ADD) verbleibt.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse (MFF\_ADD) abhängig von einem Schätzwert (OSC) der aktuellen Sauerstoff-Speicherkapazität des Dreiwege-Katalysators (22) ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse (MFF\_ADD) abhängig von einem Gradienten (GRAD\_MS) des Messsignals (MS) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37) ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse (MFF\_ADD) abhängig von einem minimalen Wert (MIN\_MS) des Messsignals (MS) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37) ermittelt wird, während das Messsignal (MS) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37) charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restsauerstoffanteil.
7. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Ansaugtrakt (1) und einem Abgastrakt (4), der einen Dreiwege-Katalysator (22) umfasst, und mit mindestens einem

Zylinder (Z1 - Z4), der mit dem Ansaugtrakt (1) abhängig von der Stellung eines Gaseinlassventils (14) kommuniziert und der mit dem Abgastrakt (4) abhängig von der Stellung eines Gasauslassventils (15) kommuniziert und einen dem Zylinder (Z1 - Z4) zugeordneten Einspritzventil (19), das Kraftstoff zumisst, einer Nachkat-Sauerstoffsonde (37), die stromabwärts des Dreiwege-Katalysators (22) in dem Abgastrakt (4) angeordnet ist, bei dem

- eine einmalig verringerte Kraftstoffmasse (MFF\_RED) ermittelt wird, wenn das Messsignal (MS) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37) charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restkraftstoffanteil, und zwar abhängig von dem Verlauf des Messsignals (37) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37),
- eine korrigierte zuzuführende Kraftstoffmasse (MFF\_COR) ermittelt wird abhängig von der zuzuführenden Kraftstoffmasse (MFF) und gegebenenfalls abzüglich der einmalig verringerten Kraftstoffmasse (MFF\_RED) und
- ein Stellsignal zum Steuern des Einspritzventils (19) erzeugt wird abhängig von der korrigierten zuzuführenden Kraftstoffmasse (MFF\_COR).

8. Verfahren nach Anspruch 7,

bei dem die einmalig verringerte Kraftstoffmasse (MFF\_RED) ermittelt wird, wenn das Messsignal (MS) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37) einen vorgegebenen zweiten Schwellenwert (THD2) überschreitet.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8,

bei dem die einmalig verringerte Kraftstoffmasse (MFF\_RED) derart vorgegeben ist, dass in etwa 50 % des in dem Dreiwege-Katalysator (22) speicherbaren Sauerstoffs gespeichert ist, nachdem Kraftstoffmasse entsprechend um die

verringerte Kraftstoffmasse (MFF\_RED) verringert zugemessen wurde.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem die einmalig verringerte Kraftstoffmasse (MFF\_RED) abhängig von einem Schätzwert (OSC) der aktuellen Sauerstoff-Speicherkapazität des Dreiwege-Katalysators ermittelt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, bei dem die einmalig verringerte Kraftstoffmasse (MFF\_RED) abhängig von einem Gradienten (GRAD\_MS) des Messsignals (MS) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37) ermittelt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, bei dem die einmalig verringerte Kraftstoffmasse (MFF\_RED) abhängig von einem maximalen Wert (MAX\_MS) des Messsignals (MS) ermittelt wird, während das Messsignal (MS) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37) charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restkraftstoffanteil.
13. Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Ansaugtrakt (1) und einem Abgastrakt (4), der einen Dreiwege-Katalysator (22) umfasst, und mit mindestens einem Zylinder (Z1 - Z4), der mit dem Ansaugtrakt (1) abhängig von der Stellung eines Gaseinlassventils (14) kommuniziert und der mit dem Abgastrakt (4) abhängig von der Stellung eines Gasauslassventils (15) kommuniziert und einen dem Zylinder (Z1 - Z4) zugeordneten Einspritzventil (19), das Kraftstoff zumsst, einer Nachkat-Sauerstoffsonde (37), die stromabwärts des Dreiwege-Katalysators (22) in dem Abgastrakt (4) angeordnet ist, wobei die Vorrichtung Mittel aufweist, die

- eine zuzuführende Kraftstoffmasse (MFF) ermitteln, die dem jeweiligen Zylinder (Z1 - Z4) zugeführt werden soll, abhängig von einer Lastgröße,
- eine einmalig zuzumessende Kraftstoffmasse (MFF\_ADD) ermitteln, wenn das Messsignal (MS) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37) charakteristisch ist für mindestens einen vorgegebenen Restsauerstoffanteil, und zwar abhängig von dem Verlauf des Messsignals (MS) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37),
- eine korrigierte zuzuführende Kraftstoffmasse (MFF\_COR) ermitteln abhängig von der zuzuführenden Kraftstoffmasse (MFF) und gegebenenfalls der einmalig zuzumessenden Kraftstoffmasse (MFF\_ADD) und
- ein Stellsignal zum Steuern des Einspritzventils (19) erzeugen abhängig von der korrigierten zuzuführenden Kraftstoffmasse (MFF\_COR).

14. Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Ansaugtrakt (1) und einem Abgastrakt (4), der einen Dreiwege-Katalysator (22) umfasst, und mit mindestens einem Zylinder (Z1 - Z4), der mit dem Ansaugtrakt (1) abhängig von der Stellung eines Gaseinlassventils (14) kommuniziert und der mit dem Abgastrakt (4) abhängig von der Stellung eines Gasauslassventils (15) kommuniziert und einen dem Zylinder (Z1 - Z4) zugeordneten Einspritzventil (19), das Kraftstoff zumisst, einer Nachkat-Sauerstoffsonde (37), die stromabwärts des Dreiwege-Katalysators (22) in dem Abgastrakt (4) angeordnet ist, wobei die Vorrichtung Mittel aufweist, die
- eine einmalig verringerte Kraftstoffmasse (MFF\_RED) ermitteln, wenn das Messsignal (MS) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37) charakteristisch ist für mindestens



einen vorgegebenen Restkraftstoffanteil, und zwar abhängig von dem Verlauf des Messsignals (37) der Nachkat-Sauerstoffsonde (37),

- eine korrigierte zuzuführende Kraftstoffmasse (MFF\_COR) ermitteln abhängig von der zuzuführenden Kraftstoffmasse (MFF) und gegebenenfalls abzüglich der einmalig verringerten Kraftstoffmasse (MFF\_RED) und

- ein Stellsignal zum Steuern des Einspritzventils (19) erzeugen abhängig von der korrigierten zuzuführenden Kraftstoffmasse (MFF\_COR).

1/3

FIG 1

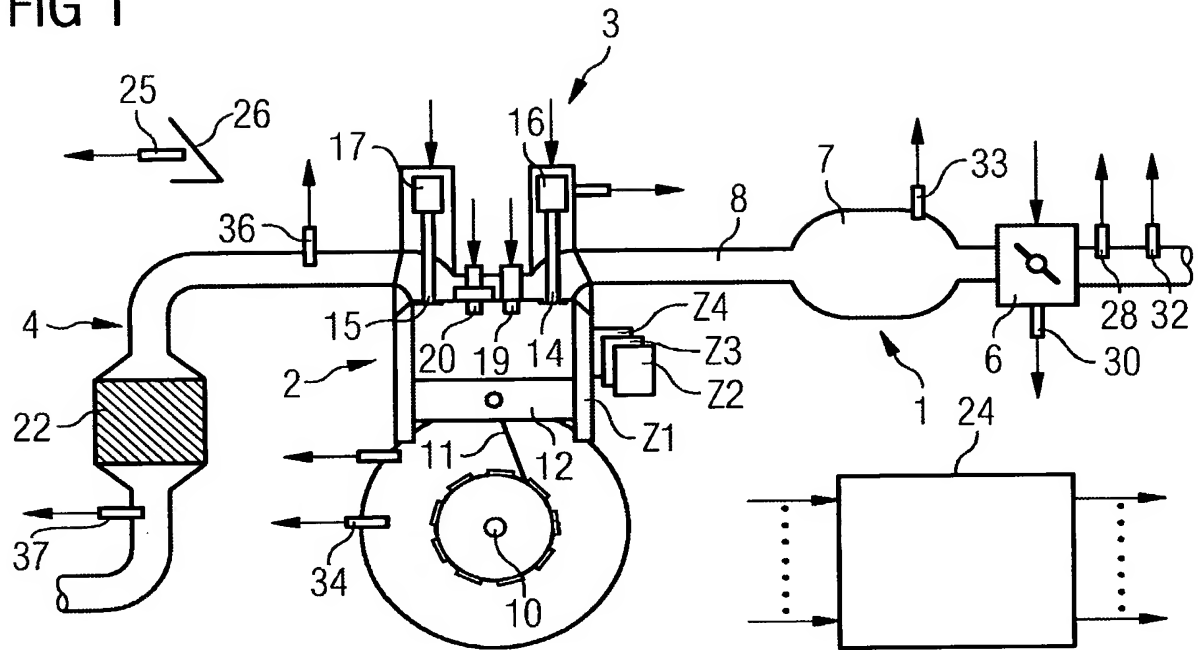


FIG 2

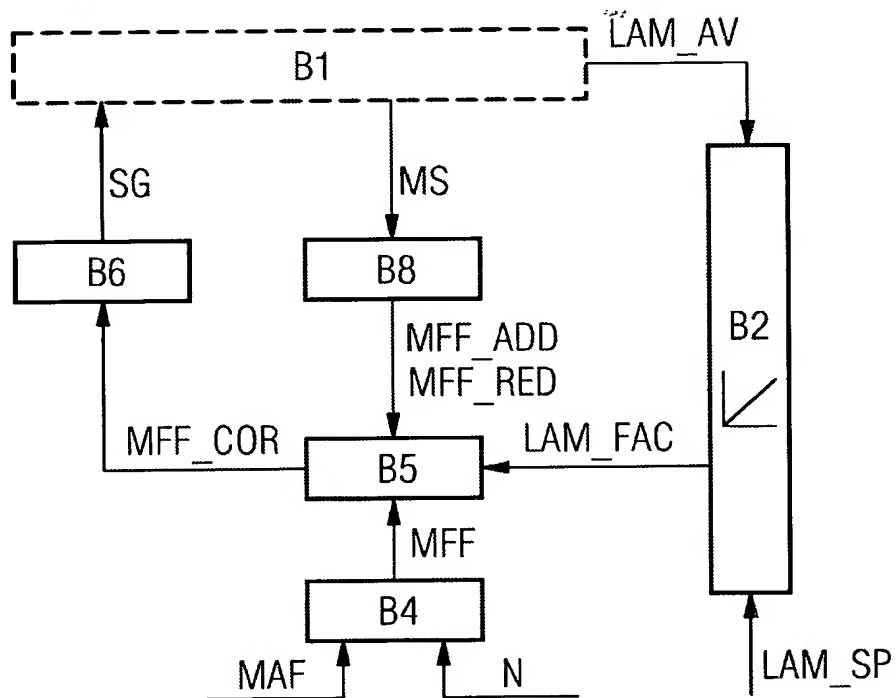
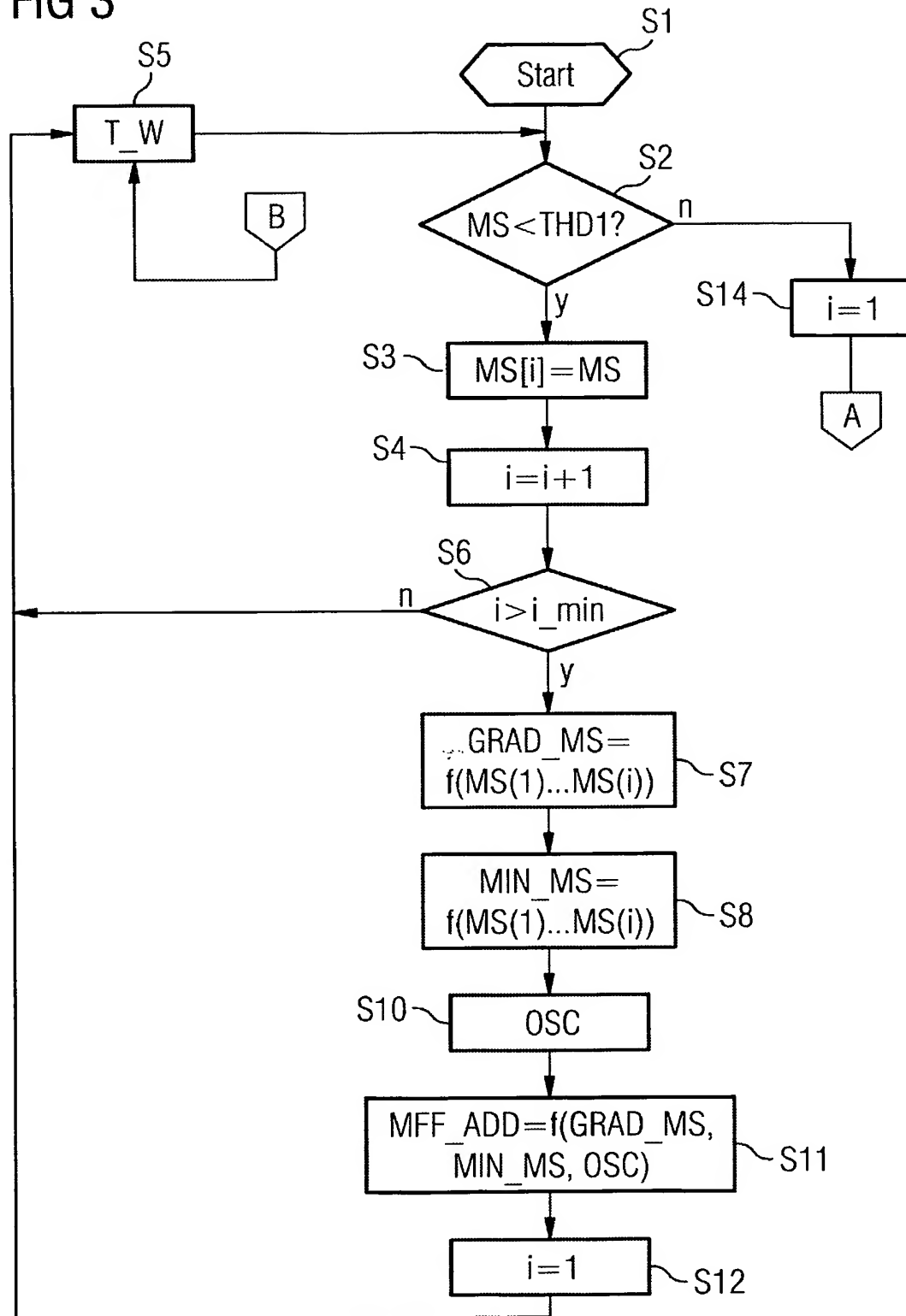
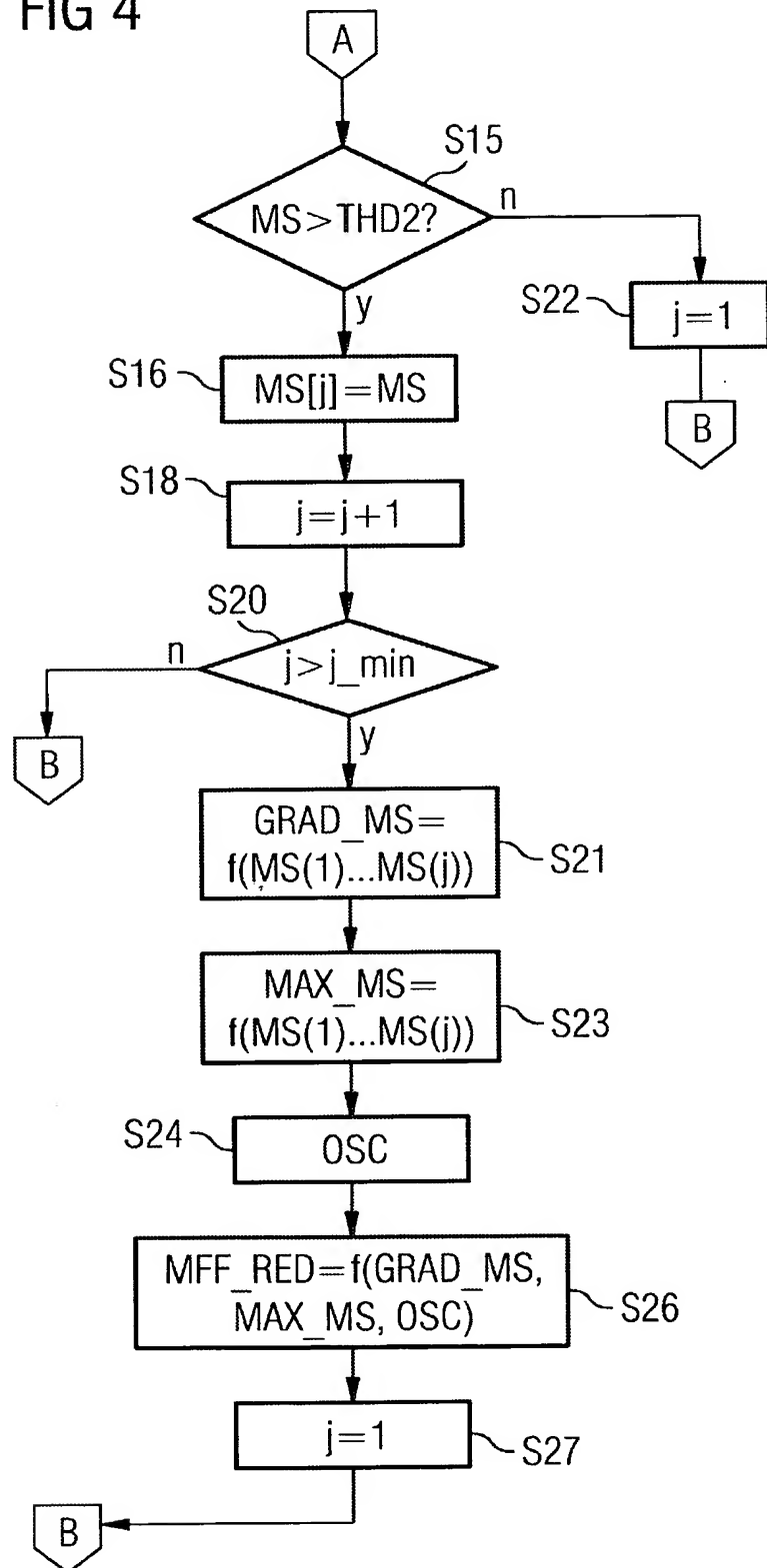


FIG 3



3/3

FIG 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP2005/050492

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02D41/02 F02D41/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 03 772 A1 (OMG AG & CO. KG) 5 September 2002 (2002-09-05)  abstract; figure 1 paragraphs '0027!, '0028!, '0039!, '0040!  -----	1-4, 7-10, 13, 14
X	US 6 253 542 B1 (OMARA AHMED ABDELAZIZ ET AL) 3 July 2001 (2001-07-03) column 4, line 10 - column 5, line 23  -----	1-3, 7-9, 13, 14
X	DE 100 28 570 A1 (HITACHI, LTD; HITACHI CAR ENGINEERING CO., LTD) 14 December 2000 (2000-12-14) figure 15 column 10, line 37 - column 12, line 49  -----  -/--	1-4, 7-10, 13, 14

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 May 2005

Date of mailing of the international search report

19/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Röttger, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/050492

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 43 22 341 A1 (NIPPONDENSO CO., LTD., KARIYA, AICHI, JP; DENSO CORP., KARIYA) 5 January 1994 (1994-01-05) figures 6-9 page 8, line 11 - page 10, line 55 -----	1-4, 7-10,13, 14

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2005/050492

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10103772	A1	05-09-2002	EP 1227231 A2	31-07-2002
			JP 2002285889 A	03-10-2002
			US 2002121083 A1	05-09-2002
-----				
US 6253542	B1	03-07-2001	NONE	
-----				
DE 10028570	A1	14-12-2000	JP 2000352338 A	19-12-2000
			US 6324836 B1	04-12-2001
-----				
DE 4322341	A1	05-01-1994	JP 3282217 B2	13-05-2002
			JP 6017640 A	25-01-1994
			US 5622047 A	22-04-1997
-----				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02D41/02 F02D41/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 03 772 A1 (OMG AG & CO. KG) 5. September 2002 (2002-09-05)  Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze '0027!', '0028!', '0039!', '0040! -----	1-4, 7-10,13, 14
X	US 6 253 542 B1 (OMARA AHMED ABDELAZIZ ET AL) 3. Juli 2001 (2001-07-03) Spalte 4, Zeile 10 - Spalte 5, Zeile 23 -----	1-3,7-9, 13,14
X	DE 100 28 570 A1 (HITACHI, LTD; HITACHI CAR ENGINEERING CO., LTD) 14. Dezember 2000 (2000-12-14) Abbildung 15 Spalte 10, Zeile 37 - Spalte 12, Zeile 49 ----- -/--	1-4, 7-10,13, 14

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Mai 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/05/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Röttger, K



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/050492

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>DE 43 22 341 A1 (NIPPONDENSO CO., LTD., KARIYA, AICHI, JP; DENSO CORP., KARIYA) 5. Januar 1994 (1994-01-05) Abbildungen 6-9 Seite 8, Zeile 11 - Seite 10, Zeile 55 -----</p>	<p>1-4, 7-10,13, 14</p>

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050492

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10103772	A1	05-09-2002	EP	1227231 A2	31-07-2002
			JP	2002285889 A	03-10-2002
			US	2002121083 A1	05-09-2002
-----					
US 6253542	B1	03-07-2001	KEINE		
-----					
DE 10028570	A1	14-12-2000	JP	2000352338 A	19-12-2000
			US	6324836 B1	04-12-2001
-----					
DE 4322341	A1	05-01-1994	JP	3282217 B2	13-05-2002
			JP	6017640 A	25-01-1994
			US	5622047 A	22-04-1997
-----					